

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-172048

(43)Date of publication of application : 09.07.1993

(51)Int.Cl.

F04B 27/08

F04B 39/00

(21)Application number : 03-342728

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.12.1991

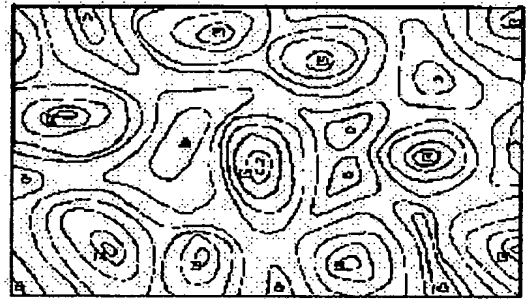
(72)Inventor : KAWASHIMA KENICHI
MACHIMURA HIDENORI

(54) ROLLER BEARING FOR REFRIGERATOR COMPRESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To extend the fatigue life of a roller bearing in a refrigerating cycle where organic acid and inorganic acid are generated due to hydrolysis, oxidation or the like.

CONSTITUTION: A plurality of fine projections and recesses are formed on the surface of a rolling element for retaining lubricating oil therein. At the same time, friction between and the wear of the rolling element and the cage and race thereof are reduced, thereby evading the occurrence of a micro crack on the rolling element. By eliminating a micro crack as mentioned, a drop in the fatigue strength of a roller material due to hydrogen embrittlement or the like can be evaded and the life of a roller bearing can be extended.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-172048

(43)公開日 平成5年(1993)7月9日

(51)Int.Cl.⁵

F 0 4 B 27/08
39/00

識別記号

庁内整理番号

G 6907-3H

I 0 3 P 6907-3H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-342728

(22)出願日 平成3年(1991)12月25日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 川島 憲一

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日

立製作所日立研究所内

(72)発明者 町村 英紀

茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社

日立製作所自動車機器事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 冷凍機用圧縮機の転がり軸受

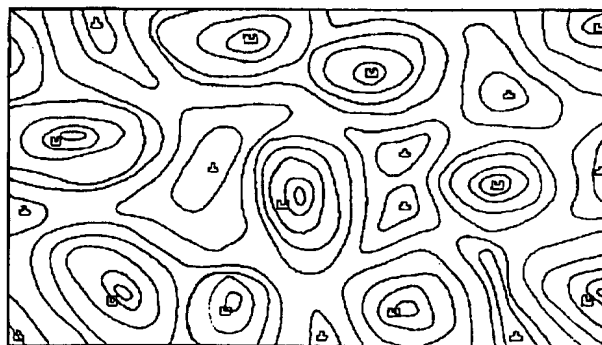
(57)【要約】

【目的】加水分解や酸化等によって有機酸や無機酸が発生するような冷凍サイクルに於いて、転がり軸受の疲労寿命を向上させる。

【構成】転動体表面に複数の微小凹凸を設けることに依って潤滑油を保持し、転動体と保持器及びレースとの摩擦や摩耗を低減させて、転動体表面のミクロクラックの発生を回避する。

【効果】ミクロクラックを無くす事に依って、水素脆化等に依るころ材料の疲労強度低下を回避し、軸受寿命を向上させる。

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項1】 弗化炭化水素系冷媒と分子中に酸素原子を有する冷凍機油を用いた冷凍サイクルに於いて、転がり軸受の複数の転動体表面に複数の凹凸を設けたことを特徴とする冷凍機用圧縮機の転がり軸受。

【請求項2】 弗化炭化水素系冷媒とポリアルキレングリコール系冷凍機油を用いた冷凍サイクルに於いて、転がり軸受の複数の転動体表面に複数の凹凸を設けたことを特徴とする冷凍機用圧縮機の転がり軸受。

【請求項3】 弗化炭化水素系冷媒とエステル系冷凍機油を用いた冷凍サイクルに於いて、転がり軸受の複数の転動体表面に複数の凹凸を設けたことを特徴とする冷凍機用圧縮機の転がり軸受。

【請求項4】 請求項1において、転動体表面の凹みの深さが0.005mm以下、凹みの数が15個/mm²以上である冷凍機用圧縮機の転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、カーエアコン等の様に開放型の圧縮機を搭載した冷凍サイクルに用いられる圧縮機の転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の冷凍サイクルに於いては冷媒に極性がないCFC12を使用していたため、冷凍機油には主に鉱油が用いられていた。ところが、昨今の環境問題に依り、CFC12はHFC134aに置き換えられることになった。HFC134aは極性基を有しているため、鉱油は全く溶解せず、圧縮機の信頼性（潤滑）の面から鉱油は使用できない。従って、HFC134aとの相溶性を確保するために極性基を有するPAG或いはエステルが用いられる。カーエアコンでは-40～80℃の範囲で互いに完全に溶解することが要求される。合成油のうち、エステル油は特殊なものを除いて温度範囲で相溶するが、PAGの場合には高温側の温度目標値を満足出来ないものが多い。PAGで、油粘度の目標値を満足させつゝ（潤滑性の面で一定値以上の粘度が必要）高温側の二層分離温度を向上させるには分子中の酸素含有率を増加させるのが良い。具体的にはPAGの一方の末端或いは両末端をエステル（例えばCH₃COO-）で封鎖するのが最も簡単で、こうすることによって高温側二層分離温度の目標値を満足出来る。このような構造のPAGを便宜上エステル変性PAGと称することにする。

【0003】 ところで、カーエアコンには冷媒や潤滑油にさらされる部分にゴム材が使用されている。エステル油はゴム材を著しく膨潤させる性質が有り、現在のところ長期信頼性を確保できるゴム材は見つかっていないので、この油を使用出来ないが、将来はエステル油を使用することも有り得る。一方、エステル変性PAGに対しては信頼性、コストの面で使用可能なゴム材が選び出されている。このような状況から、カーエアコンでは現在

のところエステル変性PAGが最も好適である。

【0004】 カーエアコンでは圧縮機の駆動動力をエンジンから得ているため、開放型の圧縮機を用いている。さらに、圧縮機はエンジンに、熱交換器は車体に固定されるため、これらを連結する配管には可撓性が要求される。従って、圧縮機出入口の配管にはフレキシブルゴムホースを使用するのが一般的である。このため、大気中の水分が圧縮機に使用されているOリング、軸シール及びゴムホースなどを透過して冷凍サイクル内に侵入する。この水分を捕捉するために、冷凍サイクル内にはモレキュラシーブなどに代表される乾燥剤が装着されているが、乾燥剤での吸湿量は有限である。簡単な計算に依れば、3～4年で乾燥剤の吸湿能力は全く無くなる。この後は、ゴム材を透過した水分はそのまま冷凍機油或いは冷媒中の水分量を増加させることになる。従って、最悪の場合には、油中水分量は冷凍機油の飽和水分量まで増加するものと考えなければならない。

【0005】 そこで、冷媒及び潤滑油がそれぞれ飽和水分量になるように、故意に水を加えて苛酷試験を実施した。この結果、CFC12／鉱油系での寿命の18～35%といった短時間で圧縮機スラスト軸受の転動体に剥離現象が生じた。この原因は完全に解明されていないが、水が直接軸受転動体に対して悪影響を及ぼしたか、或いは、エステル変性PAGが加水分解して有機酸を生成し、これが軸受寿命を低下させたものと考えられる。以上述べたように、HFC134a／エステル変性PAG系では圧縮機の軸受寿命を減少させるといった欠点があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、作動冷媒にHFC134aを用い、冷凍機油にエステル変性PAG、或いは、エステル等の様に加水分解に依って有機酸を生成する様な潤滑油を用いた冷凍サイクルに於いて、圧縮機転がり軸受の疲労寿命を向上させるためのものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 即ち、本発明では上記の冷凍サイクルに於いて、圧縮機転がり軸受の複数の転動体表面に複数の凹凸（以下、ディンプルと称する）を設けることによって前記軸受の疲労寿命を向上させようとするものである。

【0008】

【作用】 この様な構造とすることに依って、転動体とレース及び転動体と保持器との潤滑を向上出来るので、これら摺動に起因する転動体表面のマイクロクラックの発生が回避でき、この結果、軸受寿命を向上することが出来る。

【0009】

【実施例】 以下、本発明を図面を用いて説明する。図1は本発明の一実施例を示すもので、カーエアコンに用いられる可変容量圧縮機50の概略構造図である。本圧縮

機ではシャフト1に圧入或いはピンなどでドライブプレート2を固定してある。ドライブプレートにはカム溝3が設けてあり、溝内に支点ピン4がカム曲線に沿って移動可能に設けられ、同時に支点ピン4は斜板5から突き出した耳(図には現われていない)に嵌合してある。又、ドライブプレート2のカム溝が設けられた耳部と斜板耳部とは接触するような構造としてある。これにより、シャフト1の回転によってドライブプレートが回転すると、ドライブプレートの耳から斜板5の耳に回転力が与えられ、斜板が回転する。シャフト1にはスリーブ6がシャフトに対して軸方向に滑動可能に組み込まれており、スリーブは斜板とはピン7によって、スリーブに対して斜板がピン7の周りに回転自在に締結されている。

【0010】従って、シャフト1の回転により、ドライブプレート2、斜板5、スリーブ6が共に回転する。斜板5にはスラスト針状ころ軸受8及びラジアル玉軸受9を介してピストンサポート10が設置されており、軸受9の内輪が斜板に対して回転方向及び軸方向に回転したり移動しないように、止め輪11で固定されている。一方、ピストンサポート10は突起12により、軸受9に対して図の右方向への移動を規制され、しかも、斜板との間に設置されたスラスト針状軸受8により図の左方向への移動を規制されている。又、ピストンサポート10には半径方向に回り止めピン13が圧入などの方法で固定されており、ピンには回転と滑動が可能なスライドボール14が設けてある。ピストンサポートがシャフトの軸周りには回転しないように、ボール14をフロントカバー15の内側に設けられた軸方向シュウ溝16内に回り止めシュウ17を介して設置されている。更に、ピストンサポートには両端にボール18、19を有する複数のコネクティングロッド20が一端のボール18により、ボール中心周りに回転自在に取り付けられ、他端のボール19にはピストン21がボールの中心周りに回転自在に取り付けられている。ピストンはシリンダブロック22に設けられたシリンダ23内に組み込まれている。シリンダブロックには、吸入弁、吐出弁及び吐出弁リテーナが一組となって各々のシリンダに対応するように組み込まれたシリンダヘッド24がリアカバー25と共にボルト(図示せず)で固定されている。なお、これら3部品の間にはそれぞれOリングが設置されており、これら部品間の冷媒漏れをシールしている。また、ドライブプレート2、斜板5及びピストンサポート10を取り囲むように設置されたフロントカバー15がボルト(図示せず)でシリンダブロックにOリングを介して固定されている。シリンダヘッド24には各シリンダに対応して吸入ポート26と吐出ポート27が設けられている。リアカバー25には吸入ポートのみが開口し、圧縮機の冷媒吸入口28と流路29で連通する低压室30と、吐出ポート27のみが開口し、圧縮機の吐出口(図

示せず)と連通する高压室31とが設けられている。また、冷媒を圧縮する際にシャフトに作用するスラスト力はドライブプレートとフロントカバー間に設置されたスラスト針状ころ軸受32で、又、シャフトに作用するラジアル力はフロントカバー15及びシリンダブロック22に設置されたラジアル針状ころ軸受33、34で受ける。リアカバー25の冷媒流路29の途中には圧縮機容量制御弁35が設けられ、該容量制御弁は圧縮機外部への飛び出しを防止する目的で、止め輪36でリアカバーに固定されている。なお、フロントカバーとシャフトの間はリップシール37で圧縮機内外の気密を保たれる。

【0011】本圧縮機の動作について説明する。マグネットクラッチに通電すると、シャフト1、ドライブプレート2、斜板5及びスリーブ6が回転する。ピストンサポート10は回り止め機構、即ち、回り止めピン13、スライドボール14、シュウ17及びシュウ溝16によってその回転が規制されているので、シャフトの回転軸周りに揺動運動する。この運動がコネクティングロッド20からピストン21に伝えられ、ピストンがシリンダ23内で往復して冷媒を吸入圧縮する。冷媒は冷凍サイクルの熱交換器を経て圧縮機に戻ると、圧縮機冷媒吸入口28、冷媒流路29、容量制御弁35、低压室30及び吸入ポート26を経てシリンダ23に流入し、ここで圧縮される。この冷媒は吐出ポート27、高压室31を経て図示しない冷媒吐出口より冷凍サイクルに吐き出される。カーエアコンでは車室内温度が低下すると、蒸発器内の圧力が低下する。例えば、冷媒の蒸発温度が0℃となるような蒸発圧力まで低下すると、絶対圧力で差動するパイロット弁38の働きによって容量制御弁の弁開度が小さくなって、流路面積が減少するため、シリンダ内の圧力が低下する。一方、フロントカバー内部はシャフト中心部に設けた流路39などに依ってパイロット弁38の外周部と連通しているため、フロントカバー内部は常にほぼ蒸発圧力と等しい(蒸発器から圧縮機にいたる低压ガス配管での圧力損失分だけ圧力が低下する)。従って、ピストン頭頂部の圧力が低下することによってピストン前後の圧力バランスが崩れ、ピストンはこの圧力差に起因する力によって、図の右方向、即ち、圧縮機の容量を減少させるように移動する。換言すれば、ピストン前後の圧力バランスが常に一定値に保たれるように、即ち、蒸発圧力が一定値になるように圧縮機容量を制御する。

【0012】本圧縮機に用いられているスラスト針状ころ軸受は2個有るがその構造をドライブプレート2とフロントカバー15との間に設置された軸受32を例にとって図2を用いて説明する。本スラスト針状ころ軸受は2枚のレース、複数の転動体(ころ)及び保持器から構成されている。フロントカバー15側のレース40は浸炭焼き入れされたスチール製の平板であり、ドライブプレート2側のレース41は保持器43及び前記レース4

5

0がシャフト1と直接接触しないようにレース内径側に返りを設けてある。保持器43はころを放射状に設置し、且つ、ころが脱落するのを防止するために設置されるもので、一般には薄板の炭素鋼にプレス成形でころポケットを設け、ころの円筒部を挟み込む様にしている。転動体42のサイズ及び本数は負荷容量や回転速度などの使用条件によって決定される。また、転動体(ころ)の材質は一般にSUJ2が用いられ、ころの両端には面取り(一般にはクラウニング処理と称される)が施される。本発明では更に図3に示すようにころ表面にディンプルが設けてある。

【0013】この軸受を用いて圧縮器を運転した結果を図4～図7に示した。まず、軸受騒音についてみると、図4よりディンプルの深さが0.005mmを越えると急激に騒音が増加し、図5よりディンプルの数が15個/mm²より少ない領域では騒音が大きくなる事が分かる。従って、軸受騒音の面からはディンプルの深さは0.005mm以下、その数は15個/mm²以上であればよいことが分かる。次に、軸受寿命について述べる。軸受寿命は浸炭焼入れを施したSCM(Cr-Mo鋼)製レース、SUJ2製ころ、SPC製保持器を用いてCFC12/鉱油系冷凍サイクル(油中水分量は70ppm)で運転したときの軸受寿命を1.0として、各々の軸受寿命を表1にその比率で表示した。まず、ディンプル無しの場合について述べる。CFC12/鉱油系では、鉱油の飽和水分量はPAGなどに比べて極めて小さいので70ppmでの試験しか出来ないが、この結果についてみると、レース材質によらず軸受寿命は略1.0である。これに対して、PAG及びエステルの場合にも油中水分量が70ppmのときはレース材質がSCMの場合を除けばころの材質によらず寿命は略1.0であり、低水分領域では潤滑油の種類は軸受寿命に影響を及ぼさないことが分かる。尚、レース材質がSCMの場合には軸受寿命が低下しているが、これは、SCMレースでは熱処理時に僅かに粒界酸化が生じたために疲労強度が低下し、ころより先にレースに剥離が生じたことによる。

【0014】次に、PAGで油中水分量が2wt%の場合には、ころがSUJ2の時はレースがSK材であっても軸受寿命が大きく低下している。この理由は、同軸受でころをSUJ2製にすると0.71に上昇していることから、エステル変性PAGが加水分解して有機酸を生成し、このような環境下で運転されると、(1)水素脆化などにより材料の疲労強度を低下させる、(2)HFC134aは分子中に塩素原子を有さないため潤滑性が無いので、荷重、回転速度などの運転条件が厳しくなると、ころとレースとの間の滑りに依って、ころ表面にマイクロラックが発生し、ころの疲労強度が低下するのに加え

6

て、有機酸に依り水素脆化が加速される、(3)保持器ところが摺動してころ表面に材料欠陥が現われ、これがマイクロラックに進展して水素脆化が加速される、等に依り軸受寿命が低下するものと考えられる。なお、レース、ころ共SUJ2製の場合の寿命は0.67となっており、ころのみをSUJ2製とした軸受の寿命に略等しい。これは、保持器の型式材質が同じで、しかもレースが特殊な材質でなければ軸受寿命はころの疲労強度で決まることを意味している。いずれにしても、以上述べた軸受では油中水分の影響を受けて、水分の増加によって大幅に寿命が低下することが分かる。

【0015】これに対して、ころ表面にディンプルを設けた軸受では寿命は水分70ppmでは1.00であるが、2.0wt%では0.81に向上した。ここで、軸受寿命とディンプルの数及び深さの関係について述べる。図6から軸受寿命はディンプル深さが0.001mmまでの範囲で急激に向上し、0.003mmまでは漸増傾向が認められる。ディンプルの数と寿命の関係については図7に示すようにディンプル数が20個/mm²を越えると寿命向上の効果が認められない。尚、図6ではディンプル深さは0.005mmまでしか検討しなかったが、深さが更に深くなるとディンプル凸部の応力が高くなるので軸受寿命は低下する。また、ディンプル深さが深くしかも数が極端に多い場合もディンプル凸部の応力が大きくなって、軸受寿命が低下する。従って、ディンプルの深さ及び数には限界が有る。

【0016】このように、ディンプルの深さは軸受寿命の観点からは0.001mm以上軸受騒音からは0.005mm以下が適切であり、ディンプルの数は寿命及び騒音の面から15個/mm²乃至20個/mm²以上が適切である。

【0017】次に、将来、エステル油に対して適合性に優れたゴム材が開発された場合にはPAGに代わってエステル油が使用される可能性が有る。そこで、エステル油を用いた場合の軸受寿命について述べる。エステル油は水が有ると加水分解して脂肪酸を生成することが一般的に知られている。エステル油の飽和水分量はPAGの約十分の一と小さく、このため激しい加水分解は生じにくい。しかし、カーエアコンのように、Oリング或いはゴムホースなどから水分が冷凍サイクル内に透過して来るようなサイクルでは、連続的に加水分解が進行するので、軸受の環境は次第に悪化して軸受寿命が低下する懸念が有る。油中水分に対する軸受寿命の比を表1に併記した。

【0018】

【表1】

	軸受材質			ころ表面 ディンプルの有無	軸受寿命比			
					PAG		エステル油	
	レース	ころ	保持器		油中水分70ppm	2wt%	油中水分70ppm	2wt%
HFC 134a 合成油	S K	S U J	S P C	無し	1.00	0.35	1.02	0.34
	S C M	S U J	S P C	無し	0.83	0.23	0.88	0.27
	S U S	S U S	S P C	無し	1.00	0.67	1.03	0.71
CFC 12/ 鉱油	S K	S U S	S P C	無し	1.01	0.71	1.01	0.69
	S K	S U J	S P C	有り	1.00	0.81	1.01	0.87
	S K	S U J	S P C	無し	1.01	—	—	—
CFC 12/ 鉱油	S C M	S U J	S P C	無し	1	—	—	—
	S K	S U J	S P C	有り	1.01	—	—	—

【注】レース：SCM，ころ：SUJ，保持器：SPCの軸受で
CFC12/鉱油系での軸受寿命を1とした

【0019】油中水分が70ppmではPAGの場合と略同等か或いは若干寿命が長いような傾向が認められる。前述のように、エステル油の飽和水分量はPAGの約十分の一と少ないので、油中水分量の最大値を2000ppmとして運転した。この場合もPAGと略同等ないし僅かにエステルの方が長寿命となっている。これは水分の絶対値がPAGに比較して少ないためである。尚、レースの材質の違いによる寿命の差、ころ材質の違いによる寿命の差の傾向についてはPAGと全く同様であるので、個々の軸受寿命についての説明は省略する。但し、ころ材質がSUSでレースがSUSのものはSKに比べて僅かに長寿命となっているが、これらの値は略同等と見做すことが出来、PAGについての説明で述べたように、ころの疲労強度に依って軸受寿命が決まるものと考えられる。

【0020】このように、ころ表面にディンプルを設けることによって軸受寿命が向上したのは、以下に述べる理由による。ころ表面にディンプルを設けたことによって、ころ表面に潤滑油を保持できるので、(1)ころとレースとの摺動に起因するころ表面のマイクロクラックの発生を回避することが出来る、(2)ころと保持器との摺動に起因するころ表面のマイクロクラックの発生を回避することが出来る。即ち、疲労強度を低下させる原因であるマイクロクラックの発生を少なくできるので、軸受寿命が向上したものである。

【0021】このように、転がり軸受のころ表面にディンプルを設ける事によって、特に、分子中にカルボニル基を有する潤滑油を用い、しかも、油中水分量が多い場合にも軸受寿命を向上させることが出来る。

【0022】なお、本実施例ではスラスト針状ころ軸受

の場合のみを説明したが、転動体表面にディンプルを設けたことに依る軸受寿命向上の理由から考えると、転動体と保持器が直接接触するような構造の転がり軸受、例えばラジアル玉軸受、ラジアルころ軸受、スラスト玉軸受、スラストころ軸受、円錐ころ軸受などではその効果に程度の差はあれ必ず軸受寿命は向上する。この意味で、環境の悪い状態で使用される軸受では転動体にディンプルを設ける事に依って、軸受寿命を向上することが出来る。

【0023】また、将来、CFC12の生産規制によって該冷媒が市場で入手不可能になると、現在CFC12と鉱油で運転されているカーエアコンが冷媒漏れ等によって冷媒不足状態になった時には、CFC12に変えてHFC134aを使用せざるを得なくなる。この場合、冷凍サイクルに残存しているCFC12と鉱油を回収装置などを用いて抜き取り、潤滑油封入脱気後HFC134aを封入するが、ガソリンスタンドや自動車ディーラが使用する真空ポンプの真空度からみて、冷凍サイクルにCFC12が残存することは避けられない。CFC12が熱分解すると塩化水素を生成し、潤滑油であるPAGやエステルを劣化させるだけでなく、軸受材質の疲労強度を低下させる。塩化水素に依る合成油の劣化を防止するためにはフェニルグリシジルエーテルその他エポキシ系の添加剤が

一般に用いられるが、塩化水素と活性な金属との化学反応は極めて激しく、添加剤は軸受の延命にはほとんど効果が認められない。このような状況で使用される転がり軸受でも転動体表面にディンプルを設けることに依って疲労寿命を向上させることが出来る。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば環境の悪い状態で使用される転がり軸受の転動体表面に微小な凹凸を設けることによって、軸受寿命が向上する。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す図で、カーエアコン用可変容量形圧縮機の断面図。

【図2】本発明のスラスト針状ころ軸受の断面構造の断面図。

【図3】ころ表面ディンプルの構造を示す説明図。

【図4】本発明の効果を示す説明図。

【図5】本発明の効果を示す説明図。

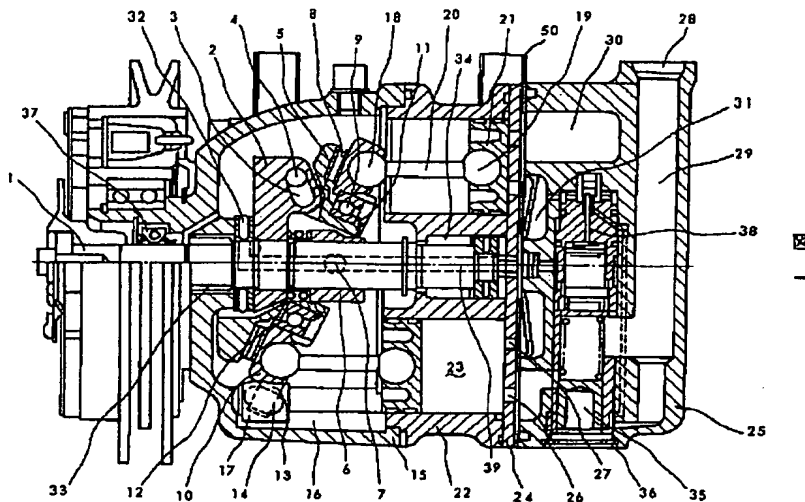
【図6】本発明の効果を示す説明図。

【図7】本発明の効果を示す説明図。

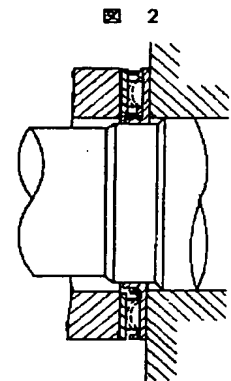
20 【符号の説明】

8、32…スラスト針状ころ軸受、40、41…レース、42…転動体（ころ）、43…保持器、45…凹部、46…凸部、50…圧縮機。

【図1】

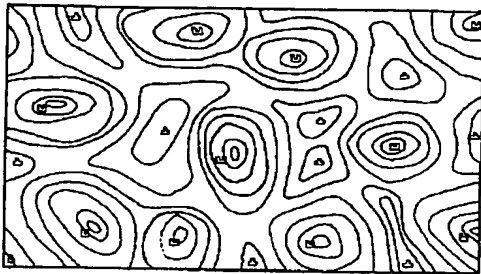


【図2】



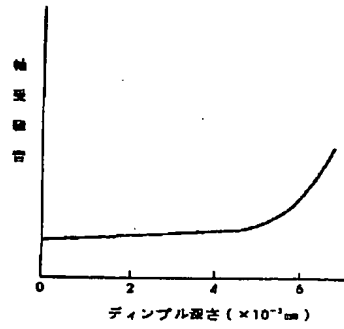
【図3】

図 3



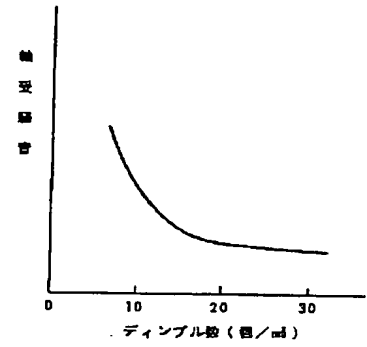
【図4】

図 4



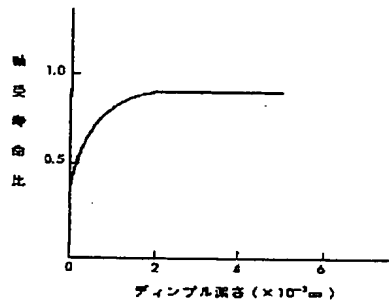
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【図7】

図 7

